



XIX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2010 – 22 a 26 de novembro

São Paulo - SP - Brasil

Metodologia para Análise do Impacto de Cargas Potencialmente Perturbadoras na Qualidade da Energia Elétrica em Sistemas de Distribuição

Ricardo Torrezan	Se Un Ahn	Célio Escobar
CPFL Paulista	CPFL Piratininga	CPFL Paulista
torrezan@cpfl.com.br	seun@cpfl.com.br	celioescobar@cpfl.com.br
Antonio Sergio Prata Gaona	Alexandre Vieira de Oliveira	André Nunes de Souza
CPFL Paulista	CPFL Paulista	Unesp
gaona@cpfl.com.br	avoliveira@cpfl.com.br	andrejau@feb.unesp.br
André Christóvão Pio Martins		
Unesp		
andre@feb.unesp.br		

Palavras-chave

Cargas Potencialmente Perturbadoras

Harmônicos

PRODIST

Qualidade da Energia Elétrica

Relatório de Impacto no Sistema Elétrico

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar a metodologia utilizada para analisar o impacto da ligação de cargas potencialmente perturbadoras ao sistema elétrico de distribuição da CPFL Paulista.

Esta análise é feita através das medições dos indicadores de qualidade da energia elétrica realizadas no PAC - Ponto de Acoplamento Comum, antes e após a ligação de cargas não lineares, com a finalidade de verificar a conformidade dos valores medidos com os parâmetros estabelecidos pelo PRODIST, e com a norma da CPFL Paulista, GED 10099 – Requisitos para Conexão de Cargas Potencialmente Perturbadoras no Sistema Elétrico da CPFL. E também com os valores previstos nas simulações do RISE - Relatório de Impacto no Sistema Elétrico apresentado pelo Cliente e pelo Responsável Técnico, quando da solicitação da ligação ou do aumento de carga.

A metodologia apresentada abrange as seguintes etapas do processo: avaliação preliminar do RISE; identificação do PAC; parametrização do qualímetro; cálculo dos indicadores; análise dos resultados, sendo utilizado como exemplo um caso prático de aumento de carga, com a ligação de um novo forno de indução, em uma fundição.

São apresentadas recomendações sobre como tratar dados obtidos das medições de harmônicos, flutuação de tensão, desequilíbrio de tensão e tensão em regime permanente.

1. Introdução

O termo *power quality*, ou qualidade da energia elétrica, como é denominado no Brasil, começou a ser utilizado na década de 1980, pela indústria da energia elétrica em âmbito mundial.

Uma definição clássica para os problemas que envolvem qualidade da energia elétrica é: “Qualquer problema de qualidade da energia elétrica que afeta a tensão, corrente, ou frequência e que resulta na falha ou no mau funcionamento de um equipamento”.

Em 2008, através da resolução Aneel/345/2008 de 16/12/2008, a Aneel oficializou o PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, estabelecendo padrões e valores referenciais para os indicadores de qualidade da energia elétrica, bem como indicando que haverá um período experimental de coleta de dados. Em 2009, aprovou a revisão 1 do PRODIST, através da resolução Aneel/395/2009 de 15/12/2009.

Com o objetivo de atuar de maneira proativa, no momento das ligações ou aumentos de carga envolvendo cargas não lineares, a CPFL implantou em novembro de 2006, o documento normativo GED 10099 - Requisitos para Conexão de Cargas Potencialmente Perturbadoras ao Sistema Elétrico da CPFL, estabelecendo critérios e parâmetros a serem seguidos pelos acessantes do sistema elétrico da CPFL quando da ligação de cargas potencialmente perturbadoras.

Esta norma estabelece que o acessante deve apresentar, juntamente com o pedido de ligação ou aumento de carga envolvendo cargas não lineares, o **RISE – Relatório de Impacto no Sistema Elétrico** elaborado pelo responsável técnico, contendo as simulações dos impactos da conexão das novas cargas nos indicadores de qualidade da energia elétrica referentes à tensão em regime permanente, à flutuação de tensão, e aos harmônicos, bem como prevendo eventuais necessidades de aplicação de medidas corretivas para que os indicadores de qualidade da energia elétrica fiquem dentro dos limites estabelecidos.

À CPFL por sua vez, compete avaliar previamente o RISE apresentado pelo acessante, bem como realizar medições dos indicadores de qualidade da energia elétrica, antes e após a ligação das cargas potencialmente perturbadoras.

Este artigo apresenta os procedimentos adotados para avaliação preliminar do RISE, bem como mostra a metodologia utilizada para realizar as medições, tratar e analisar os dados obtidos.

A aplicação da metodologia é apresentada através da aplicação em um caso prático de aumento de carga com a ligação de um novo forno de indução em uma fundição, com ênfase na análise do indicador referente às distorções harmônicas, tendo em vista que este é o fenômeno com maior impacto em cargas não lineares compostas por fornos de indução.

São apresentadas recomendações sobre alguns aspectos básicos para a análise do impacto da ligação de cargas potencialmente perturbadoras, tais como: principais pontos a serem observados na avaliação do RISE; parametrização dos qualímetros, especificamente do equipamento da Power ION 7650 que foi utilizado neste caso; duração da medição; período da medição a ser utilizado na apuração dos indicadores; definição do início e do fim dos registros que serão utilizados nos cálculos; forma de cálculo do percentil 95%; padronização da quantidade de casas decimais; relatório técnico sobre de qualidade da energia elétrica.

2. Avaliação do Documento RISE – Relatório de Impacto no Sistema Elétrico

A avaliação do documento RISE apresentado pelo acessante é a primeira etapa do processo da análise da ligação de cargas não lineares e seus impactos no sistema elétrico, devendo compreender a verificação dos seguintes aspectos básicos: identificação do acessante; identificação do responsável técnico; identificação do PAC - ponto de acoplamento comum; considerações sobre os níveis de distorções harmônicas existentes no PAC; características das cargas e especificamente das cargas não lineares; e os resultados das simulações.

A figura 1 mostra o fluxograma básico do processo destacando os pontos que envolvem a análise do RISE.

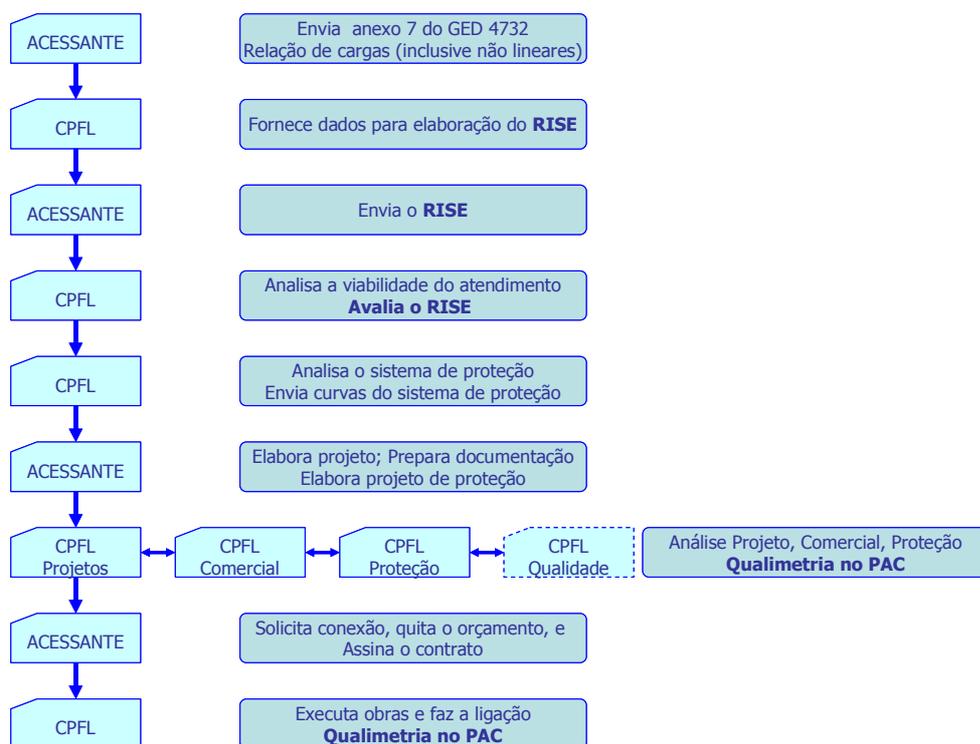


Figura 1 – Fluxograma do Processo

Com relação a cargas não lineares envolvendo fornos de indução é importante verificar qual foi o espectro de componentes harmônicas de correntes injetadas. Há basicamente três maneiras de compor este espectro: dados fornecidos pelo fabricante do forno; dados típicos obtidos de normas internacionais como, por exemplo, a IEEE Std 519-1992; ou ainda dados obtidos diretamente através de medições.

Como exemplo, para o caso prático de uma fundição, a figura 2 mostra a comparação dos valores típicos apresentados na primeira versão do RISE, com referência na norma IEEE Std 519-92, como os valores medidos diretamente no forno existente de mesmas características do novo forno.

Pode-se observar que a componente harmônica de ordem 5, que é a preponderante neste tipo de carga, apresenta valores medidos muito próximos dos valores típicos, porém as diferenças são maiores nas componentes de ordem 7, 11, 13, 17, 19, 23, e 25, o que poderá influenciar nos resultados e nas análises.

Ocorre que, com a evolução da eletrônica de potência nos últimos 20 anos, os valores típicos desta norma nem sempre refletem as características reais da carga com uma boa aproximação, portanto, sempre que possível é recomendável realizar medições e utilizar os valores medidos para fazer as simulações de fluxo de potência harmônico.

Outro aspecto importante a ser verificado no RISE é o fator K utilizado para seleção e dimensionamento de transformadores, considerando a presença de componentes harmônicas, tendo em vista que o carregamento dos transformadores envolvidos pode aumentar nestas circunstâncias.

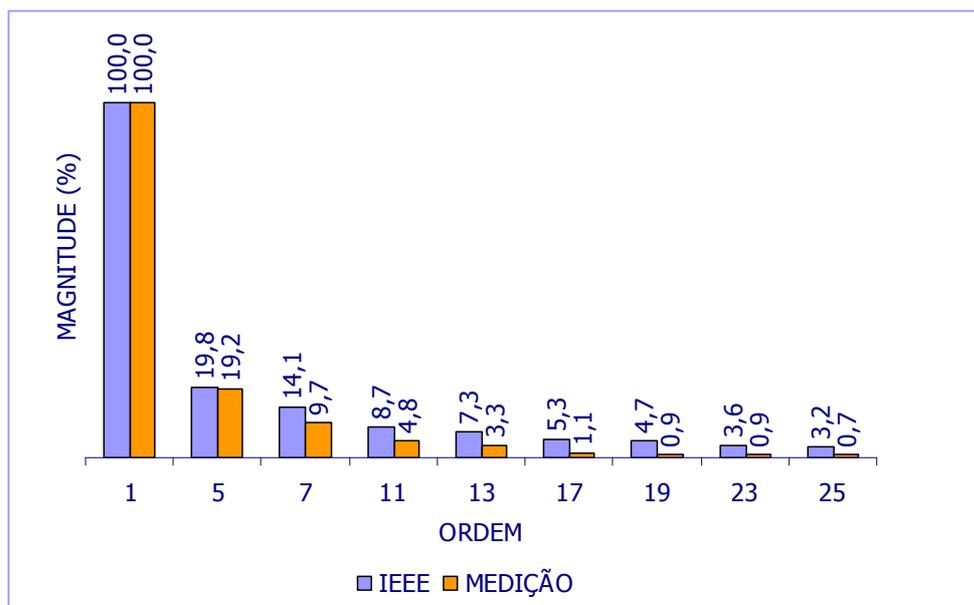


Figura 2 – Espectro de Componentes Harmônicas de Corrente para Fornos de Indução – Valores típicos IEEE Std 519 x Medição

3. Identificação do Ponto de Acoplamento Comum e Parametrização do Qualímetro

A identificação do PAC – Ponto de Acoplamento Comum deve ser feita de forma tal que permita analisar corretamente a contribuição das novas cargas sobre os níveis de distorções harmônicas existentes no sistema elétrico.

Geralmente o PAC coincide com o ponto de conexão do acessante ao sistema elétrico, sendo muito importante, após a identificação, conhecer todas as suas características, tais como tensão de atendimento, impedâncias de curto-circuito, equipamentos de correção e regulação existentes no alimentador, dentre outras.

A parametrização do qualímetro é uma etapa preparatória para as medições e deve-se levar em conta as características do PAC.

Previamente é elaborada a Ficha de Medição contendo todos os dados do acessante, do PAC, dos parâmetros do qualímetro bem como a data e hora de início e fim da medição. Esta ficha acompanha o qualímetro que vai ser utilizado durante todo o tempo da medição, até que os registros sejam transferidos para um computador. A figura 3 mostra o modelo da Ficha de Medição utilizada.

FICHA DE MEDIÇÃO								
Cliente	FUNDIÇÃO							
Endereço	Rua, Número							
Localidade	LOCALIDADE							
Contato	(16) 9999 9999 / 8888 8888 - ACESSANTE / RESPONSÁVEL TÉCNICO							
UC	1222333							
Alimentador	ALM01							
Operativo	123123							
Demanda (kW)	500							
Corrente (A)	20,9							
Tensão de Atendimento	13.800							
	TP	2	RTP	120	Primário	13.800	Secundário	115
	TC	2	RTC	10	Primário	50	Secundário	5
Volts Mode	Delta							
Nominal Voltage	13.800							
Current Probe	User Defined 1							
Qualímetro	192.168.0.25 - 0295							
Instalação	Data:	08/09/09						
	Hora:	10:23						
Retirada	Data:	23/09/09						
	Hora:	9:30						

Figura 3 – Modelo de Ficha de Medição

No caso prático da análise da ligação de um novo forno de indução em uma fundição, foi utilizado o qualímetro do fabricante Power, modelo ION 7650, mostrado na figura 4.

Quanto á duração da medição, é recomendável que o tempo mínimo seja maior do que 14 dias, tendo em vista que os principais indicadores de qualidade da energia elétrica são apurados em 7 dias completos consecutivos, portanto, adotando-se 14 dias de medição, quase sempre é possível obter-se os 7 dias completos e consecutivos neste intervalo.

É importante observar que geralmente nas cabines de medição estão instalados somente 2 TPs e 2 TCS, de onde são tomados os sinais para realizar as medições.

Embora esteja prevista no PRODIST, a possibilidade de realizar medições com esta configuração, podem ocorrer diferenças com relação a medições utilizando 3 TPs e 3 TCs podendo levar a conclusões errôneas, pois nem sempre os valores obtidos com 2 elementos se aproximam suficientemente dos resultados com 3 elementos, situação esta já encontrada em medições realizadas em outras fundições.

Uma vez instalado o qualímetro é fundamental fazer a verificação se a seqüência de fases está correta para que os registros das grandezas sejam feitos corretamente, conforme mostra a figura 4.

Além de observar se os fasores de tensão e de corrente das respectivas fases estão na seqüência correta, é importante verificar se a magnitude das principais grandezas, tensão, corrente, potência ativa, potência reativa, e fator de potência, estão dentro de valores esperados para a carga em análise.



Figura 4 – Qualímetro Power ION 7650 Instalado na Fundição – Seqüência de Fases

4. Análise das Medições

O GED 10099 – Requisitos para Conexão de Cargas Potencialmente Perturbadoras no Sistema Elétrico da CPFL estabelece como indicadores de qualidade da energia elétrica a serem verificados na ligação ou aumento de cargas não lineares: Tensão em Regime Permanente; Flutuação de Tensão, e a DTHT - Distorção de Tensão Harmônica Total, os quais são utilizados para analisar as medições realizadas no PAC.

É recomendável que ao final das análises seja elaborado relatório técnico sobre a qualidade da energia elétrica, com o objetivo de registrar os resultados e conclusões para as tratativas com o acessante e com o responsável técnico, contendo os seguintes itens básicos, dentre outros: objetivo; localização; sistema elétrico; análise dos indicadores de qualidade do serviço; análise dos indicadores de qualidade do produto; conclusões; ações e recomendações por parte da distribuidora e do acessante.

4.1. Metodologia para Cálculo do Percentil 95% e Apuração dos Indicadores

O Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica do PRODIST e o GED 10099 – Requisitos para Conexão de Cargas Potencialmente Perturbadoras no Sistema Elétrico da CPFL estabelecem os indicadores para flutuação de tensão e para distorção de tensão harmônica total em termos de Percentil 95%.

Após simulações comparando-se vários critérios, conforme tabela 1 foram adotados os seguintes procedimentos:

a) Tomar dias inteiros, ou seja, de zero às vinte e quatro horas, para que a sazonalidade típica diária em cada dia da semana seja representada.

Na tabela 1, comparando-se as colunas “Cálculos a Partir do Início das Medições” e “Cálculos Considerando Dias Inteiros” pode-se observar que os resultados para uma mesma fase e um mesmo dia podem ser bastante diferentes. Por exemplo: tomando-se a fase 1, no dia 3, o valor obtido a partir do início das medições é 2,9%, enquanto que considerando-se dias inteiros o valor é 4,0%.

b) Utilizar diretamente a função percentil do Excel, para o cálculo dos valores que foram superados em apenas 5% dos registros obtidos no período de 1 dia, 24 horas, integralizados em intervalos de 10 minutos, ao longo de 7 dias consecutivos.

Tomando-se intervalos de 10 minutos ao longo das 24 horas de um dia inteiro, temos 144 períodos e, portanto, 144 valores de medição.

Classifica-se então estes valores em ordem crescente, e calcula-se a posição que abrange 95% dos intervalos.

O percentil 95% destes 144 períodos resulta em 136,8, portanto, pode-se tomar o valor que está na posição anterior a 136,8, ou seja, 136, ou o valor que está na posição posterior a 136,8, ou seja, 137.

Na tabela 1, coluna “Cálculos Considerando Dias Inteiros”, são mostrados os valores obtidos considerando as posições 136 e 137, bem como os valores calculados diretamente através da função percentil do Excel.

Observando-se os resultados obtidos a partir destas três formas de calcular o percentil 95%, temos que para as fase 1 e 2, houve coincidência dos três valores em 6 dias, e para a fase 2, houve coincidência dos três valores em 5 dias.

Nota-se ainda que, quando não houve coincidência completa dos três valores, o valor calculado através do percentil 95% do Excel coincidiu com o valor da posição 137.

Portanto, este exemplo mostra que pode ser adotado como critério o cálculo através do percentil 95% do Excel.

c) Apresentar os resultados com uma casa decimal.

Nas normas sobre o assunto, os valores não inteiros são sempre referenciados com uma casa decimal, portanto, é recomendável adotar como critério apresentar os resultados dos cálculos com uma casa decimal.

d) Tomar o maior valor dentre as fases, bem como, dentre os sete valores obtidos em base diária, durante o período da campanha de medição de 7 dias consecutivos.

Este critério está estabelecido nas normas, embora não haja citação sobre tomar o maior valor dentre as fases, apenas é estabelecido que o valor deve ser o máximo obtido em sete dias consecutivos.

Tabela 1 – Comparação de Critérios para Cálculo do Percentil 95%

Fase	Dia	Cálculos Considerando Dias Inteiros			Cálculos a Partir do Início das Medições		
		DTHT Percentil Diário 95%			DTHT - Percentil Diário 95%		
		Percentil Excel	Lista em Ordem Crescente		Percentil Excel	Lista em Ordem Crescente	
			Posição Anterior a 136,8	Posição Posterior a 136,8		Posição Anterior a 136,8	Posição Posterior a 136,8
136	137		136	137			
1	1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
	2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,3
	3	4,0	4,0	4,0	2,9	2,9	2,9
	4	4,5	4,5	4,5	4,1	4,1	4,1
	5	3,2	3,2	3,3	4,5	4,5	4,5
	6	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
	7	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2
	Valor Máximo	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
2	1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0
	2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1
	3	4,6	4,5	4,6	3,0	2,9	3,0
	4	5,0	5,0	5,0	4,7	4,6	4,7
	5	3,2	3,2	3,2	5,0	5,0	5,0
	6	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
	7	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0
	Valor Máximo	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
3	1	3,1	3,0	3,1	3,1	3,0	3,1
	2	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,3
	3	3,9	3,9	3,9	2,7	2,7	2,7
	4	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9
	5	3,1	3,1	3,1	4,0	4,0	4,0
	6	2,9	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9
	7	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
	Valor Máximo	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Valor Máximo entre as fases		5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

4.2. Análise da Tensão em Regime Permanente

O PRODIST, no Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica, estabelece que o conjunto de leituras para gerar os indicadores DRP – Duração Relativa da Transgressão para Tensão Precária e o DRP – Duração Relativa da Transgressão para Tensão Crítica deve ser de 1008 leituras válidas obtidas em intervalos consecutivos de 10 minutos cada.

As tensões de leitura são classificadas em faixas de tensão de atendimento, adequada, precária e crítica, conforme tabela 2.

Tabela 2 – Pontos de Conexão em Tensão Nominal Superior a 1 kV e inferior a 69 kV

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (TL) em Relação à Tensão de Referência (TR)
Adequada	$0,93 TR \leq TL \leq 1,05 TR$
Precária	$0,90 TR \leq TL \leq 0,93 TR$
Crítica	$TL < 0,90 TR$ ou $TL > 1,05 TR$

Os indicadores DRP e DRC são apurados de acordo com (1) e (2), sendo que o limite estabelecido para o DRP é de 3% e para o DRC é de 0,5%.

$$DRP = \frac{nlp}{1008} \cdot 100(\%) \quad (1)$$

$$DRC = \frac{nlc}{1008} \cdot 100(\%) \quad (2)$$

onde nlp e nlc representam o maior valor entre as fases do número de leituras situadas nas faixas precária e crítica, respectivamente.

A figura 5 mostra o perfil da tensão de atendimento obtido na medição realizada no caso prático de aumento de carga, com a ligação de um novo forno de indução, em uma fundição, onde o DRP e o DRC apurados foram iguais a 0%.



Figura 5 – Gráfico da Tensão de Atendimento

4.3. Análise da Flutuação de Tensão

De acordo com o Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica, do PRODIST, a flutuação de tensão é uma variação aleatória, repetitiva ou esporádica do valor eficaz da tensão, sendo que a determinação da qualidade da tensão de um barramento do sistema de distribuição quanto à flutuação de tensão tem por objetivo avaliar o incômodo provocado pelo efeito da cintilação luminosa nas pessoas que tenham em sua unidade consumidora pontos de iluminação alimentados em baixa tensão.

O indicador P_{st} (*probability short term*, ou severidade de curto prazo) representa a severidade dos níveis de cintilação luminosa associados à flutuação de tensão verificada num período contínuo de 10 minutos, sendo que o e P_{lt} (*probability long term*, ou severidade de longo prazo) expressa a severidade dos níveis de cintilação luminosa associados à flutuação de tensão verificada num período contínuo de 2 horas, através da composição de 12 valores consecutivos de P_{st} .

O GED 10099 – Requisitos para Conexão de Cargas Potencialmente Perturbadoras no Sistema Elétrico da CPFL estabelece os seguintes limites para os indicadores de flutuação de tensão no ponto de conexão do acessante com o sistema elétrico:

- $P_{st}D_{95\%}$ - valor do indicador P_{st} que foi superado em 5% dos registros obtidos no período de 1 dia, 24 horas – deverá ser menor do que 0,8 pu/FT
- $P_{lt}D_{95\%}$ - valor do indicador P_{lt} que foi superado em 5% dos registros obtidos no período de uma semana, 7 dias completos e consecutivos – deverá ser menor do que 0,6 pu/FT

Onde, FT é o fator de transferência de cintilação, sendo igual a 1,0 para as redes de distribuição primária e os sistemas de subtransmissão com tensões nominais menores que 69 kV.

Aplicando-se a metodologia apresentada no item 4.1, obtém-se os valores indicados na tabela 3, sendo que a figura 6 mostra o gráfico das medições, para o caso prático da fundição.

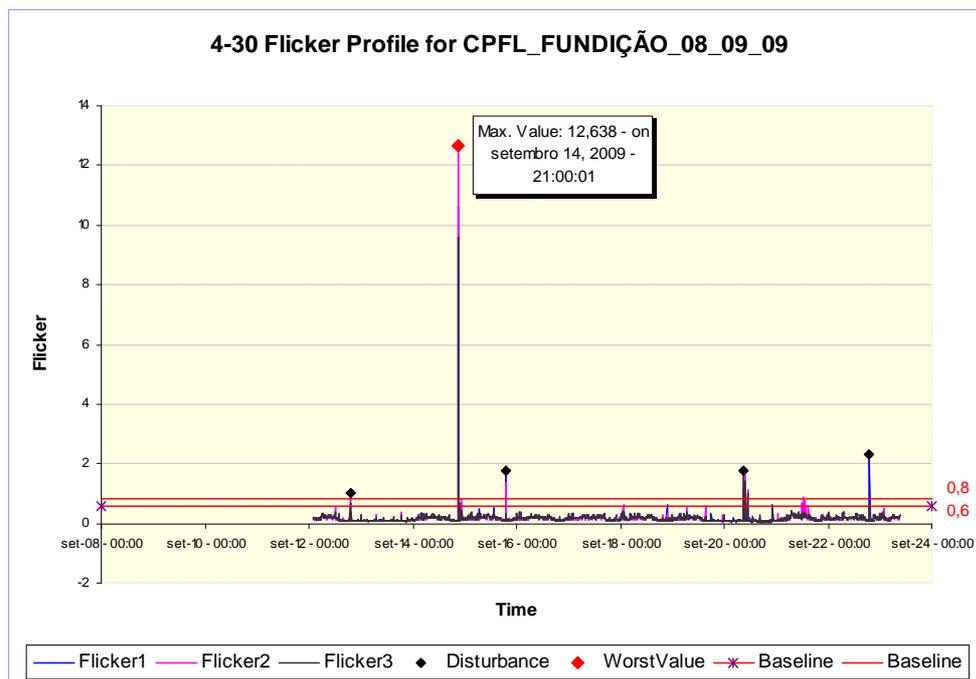


Figura 6 – Gráfico da Flutuação de Tensão

Tabela 3 – Valores Apurados para os Indicadores $P_{st}D95\%$ e $P_{lt}S95\%$, para o Caso Prático da Fundição

Indicador (pu/FT)	Fases					
	V1		V2		V3	
	4 casas	1 casa	4 casas	1 casa	4 casas	1 casa
$P_{st} D 95\%$	0,3063	0,3	0,3025	0,3	0,3168	0,3
$P_{lt} S 95\%$	0,2831	0,3	0,3405	0,3	0,2786	0,3

4. 4. Análise da Distorção de Tensão Harmônica Total

De acordo com o Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica, do PRODIST, as distorções harmônicas são fenômenos associados com deformações nas formas de onda das tensões e correntes em relação á onda senoidal da frequência fundamental.

O GED 10099 – Requisitos para Conexão de Cargas Potencialmente Perturbadoras no Sistema Elétrico da CPFL estabelece como limite para os indicadores de DTHT - Distorção de Tensão Harmônica Total para redes primárias de distribuição, no ponto de conexão do acessante com o sistema elétrico, 5% da tensão fundamental.

Para obter-se este valor, é considerando o percentil 95% dos registros obtidos em intervalos de 10 minutos, no período de 1 dia, 24 horas, ao longo de 7 dias consecutivos, tomando-se o maior valor entre as fases.

A figura 7 e a tabela 4 a seguir apresentam os registros das medições e os valores apurados para o indicador DTHT em percentil 95% para o caso prático da fundição.

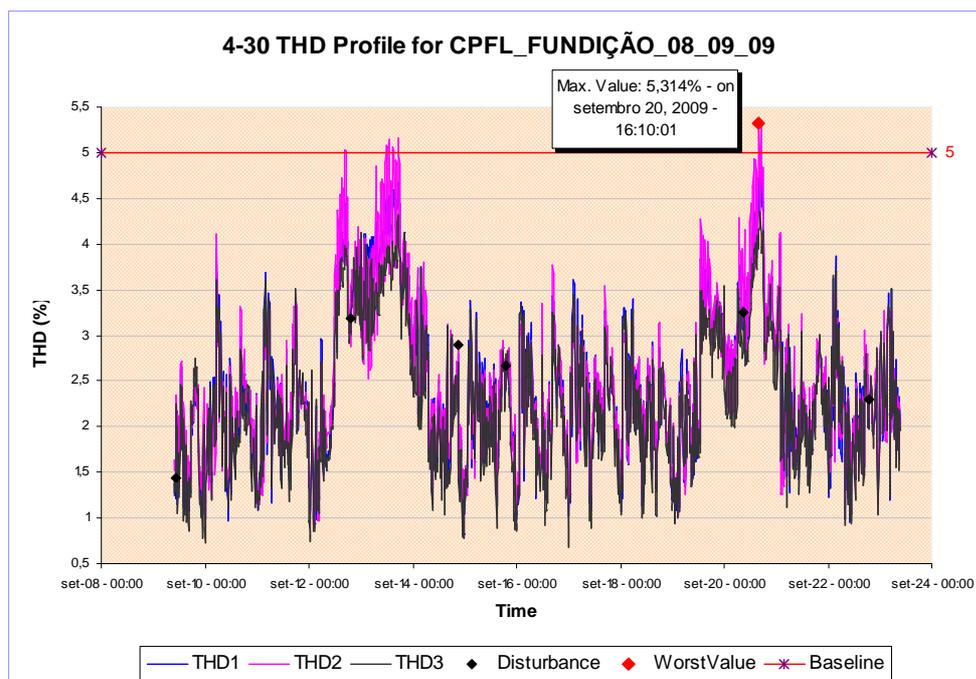


Figura 7 – Gráfico da Distorção de Tensão Harmônica Total

Tabela 4 – Valores Apurados para o Indicador DTHT, para o Caso Prático da Fundição

Indicador (%)	Fases					
	V1		V2		V3	
	4 casas	1 casa	4 casas	1 casa	4 casas	1 casa
DTHT 95%	4,4948	4,5	5,0090	5,0	4,0198	4,0

Considerando-se a metodologia apresentada no item 4.1, observa-se que o indicador DTHT atingiu o limite máximo estabelecido no GED 10099 – Requisitos para Conexão de Cargas Potencialmente Perturbadoras no Sistema Elétrico da CPFL.

Pode-se observar ainda na figura 7, que há uma elevação dos níveis de DTHT durante os finais de semana, quando os fornos de indução da fundição geralmente ficam desligados.

Estes fatos levaram a diversas tratativas e ações junto ao responsável técnico do RISE da fundição, conforme segue:

- Revisão dos cálculos do fluxo de potência harmônico em conjunto.
- Reavaliação do espectro de injeção de componentes harmônicas de corrente considerados na primeira versão do RISE da fundição, sendo que estavam sendo considerados valores típicos conforme figura 2.
- Realização de nova medição no PAC, e também no secundário do transformador que alimenta os fornos de indução para se obter o espectro de injeção de componentes harmônicas de corrente reais, conforme mostra a figura 2.
- Levantamento dos demais acessantes conectados no mesmo alimentador que possuem fornos de indução.
- Levantamento dos dados do alimentador, seu perfil de carga, e bancos de capacitores instalados.
- Elaboração da segunda versão do RISE da fundição, considerando a injeção de componentes harmônicas de corrente real medida diretamente no forno existente, conforme mostrado na figura 2, bem como simulando o alimentador como um todo.

g) Realização de novas medições simultâneas nos seguintes pontos: PAC da fundição; PAC do outro acessante que possui fornos de indução já instalados; ponto intermediário entre os bancos de capacitores; e saída do alimentador.

Estas novas medições encontram-se em andamento, e tem como objetivo validar as simulações realizadas na segunda versão do RISE, bem como avaliar o efeito dos três bancos de capacitores existentes no alimentador, e ainda a contribuição efetiva da fundição no PAC, em termos de DTHT.

Com o objetivo de desintonizar os bancos capacitores com as frequências naturais da rede e das cargas, estão em estudo também, controladores para desligar os bancos durante fins de semana, ou ainda alterações na configuração dos bancos.

5. Conclusões

A aprovação e a recente revisão do PRODIST pela Aneel, que em seu Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica, estabelece padrões e valores referenciais para os indicadores de qualidade da energia elétrica, bem como indica que haverá um período experimental de coleta de dados, é uma sinalização clara da evolução que deverá acontecer na regulamentação deste tema em nível nacional.

A aplicação da norma GED 10099 – Requisitos para Conexão de Cargas Potencialmente Perturbadoras no Sistema Elétrico da CPFL tem se mostrado uma medida proativa de fundamental importância para controlar e mitigar os níveis de perturbações relacionadas aos fenômenos de qualidade da energia elétrica, pois permite que ações corretivas sejam adotadas no momento da ligação ou aumento de carga contendo cargas não lineares, com benefícios para todos os envolvidos, distribuidoras, clientes, e fabricantes.

Esta iniciativa é particularmente importante, considerando que, por um lado, é crescente a presença de cargas cada vez mais sensíveis, e por outro lado, aumenta a quantidade de equipamentos com controles microprocessados que geram perturbações relacionadas aos fenômenos de qualidade da energia elétrica.

Assim, é fundamental estabelecer uma metodologia para análise dos impactos no sistema elétrico da ligação de cargas potencialmente perturbadoras, para que os indicadores de qualidade da energia elétrica sejam apurados coerentemente, bem como para que as eventuais ações de correção e mitigação das perturbações geradas por cargas não lineares sejam identificadas e implementadas, evitando a sua propagação pelo sistema elétrico.

6. Recomendações

Neste sentido, a adoção das recomendações contidas neste trabalho técnico sobre a metodologia a ser adotada, compreendendo: a avaliação do RISE - Relatório de Impacto no Sistema Elétrico, a parametrização dos qualímetros, a duração da medição, o período da medição a ser utilizado na apuração dos indicadores, a definição do início e do fim dos registros que serão utilizados nos cálculos, a forma de cálculo do percentil 95%, a padronização da quantidade de casas decimais, a estrutura básica do relatório sobre qualidade da energia elétrica, dentre outros aspectos abordados, é fundamental para consolidar a metodologia para análise dos impactos da ligação de cargas potencialmente perturbadoras na qualidade da energia elétrica em sistemas elétricos de distribuição.

Por fim, cabe ressaltar que os desdobramentos da análise da segunda versão do RISE da fundição e das novas medições em andamento, citadas no item 4.4, poderão indicar a necessidade de ajustes nos procedimentos adotados, ou ainda, a necessidade de novos critérios a serem implementados na metodologia de análise utilizada atualmente.

7. Referências bibliográficas

ANEEL, PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, 2009, p. 05-31.

ANEEL, Resolução Normativa 345 – Aprova os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, 16 de dezembro de 2008.

ANEEL, Resolução Normativa 395 – Aprova a Revisão 1 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, 15 de dezembro de 2009.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, “Resolução Normativa N° 372”, autoriza a utilização, em caráter definitivo, dos Procedimentos de Rede, 28 de julho de 2009.

ONS – Operador Nacional do Sistema, “Procedimentos de Rede Rev. No 1.0”, estabelece os procedimentos para conexão dos agentes à rede básica do SIN – Sistema Interligado Nacional, 05 de agosto de 2009.

CPFL ENERGIA, GED 10099 – Requisitos para Conexão de Cargas Potencialmente Perturbadoras ao Sistema Elétrico da CPFL, 2006, p. 01-10.

DUGAN Roger C., Mc GRANAGHAN Mark F., SANTOSO Suruya, BEATY H. Wayne, Electrical Power System Quality – Second Edition, Ed. Mc Graw Hill, 2004, p. 1-42 e 167-294.

IEEE Std 519-1992 – IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems, 1992.

IEC 61000-4-30 – Testing and Measurement Techniques – Power Quality Measurement Methods, 2008.

PINTO, E. Bittencourt, Requisitos para Conexão de Cargas Potencialmente Perturbadoras ao Sistema Elétrico da CPFL, VII CBQEE – Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica, Agosto, 2007.